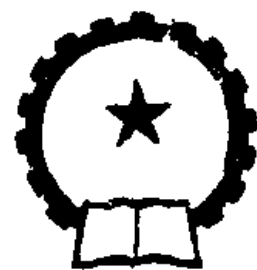


无砧座鍛錘

毛斯宁著



机械工业出版社

无砧座鍛錘

毛斯宁著

吕麟译



机械工业出版社

1959

出版者的話

本書總結了有关現有无砧座鍛錘各种构造的資料，并且对无砧座鍛錘的各种构造作了正确的估价，同时指出了这种鍛錘构造上的發展方向及其应用范围，研究了它的工艺可能性和生产率。

本書可供从事鍛压設備和鍛造車間設計及生产的工程技术人员閱讀，也可供高等学校金屬压力加工专业的学生参考。

苏联 E. H. Мошин 著 'Бесшаботные молоты' (Оборонгиз
1955年第一版)

*

*

*

NO. 2619

1959年2月第一版 1959年2月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字数 61 千字 印張 2 $\frac{1}{2}$ 0,001— 5,000 册

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第 008 号 定价(11) 0.49 元

目次

序言	4
第一章 概論	5
第1节 工作原理	5
第2节 鍛錘的能量計算	7
第3节 无砧座鍛錘的分类	10
第二章 无砧座鍛錘的构造	11
第4节 二錘头行程相同的无砧座模鍛錘	11
第5节 下錘头行程小的无砧座模鍛錘	34
第6节 下錘头行程小的无砧座鍛造錘	45
第7节 无砧座鍛錘构造上的优点	50
第8节 无砧座鍛錘的發展方向	51
第三章 无砧座鍛錘的計算	53
第9节 計算示例	53
第四章 无砧座鍛錘的工艺可能性及其生产率	60
第10节 无砧座鍛錘的模鍛工艺	60
第11节 无砧座鍛錘的生产率	62
第12节 无砧座鍛錘的应用范围	64
第五章 重型鍛压机器制造的發展方向	65
第13节 工艺要求	65
第14节 有砧座鍛錘	67
第15节 无砧座鍛錘	70
第16节 液压机	71
第17节 大鍛压机的比較分析	73

序 言

无砧座鍛錘是一种先进的鍛造設備，它与广泛应用的其他鍛造机器相比較，具有許多重大的优点。虽然它已有二十多年的历史，但若不算某些杂志上的論文和某些叙述鍛錘的書籍中所涉及的有关无砧座鍛錘构造及其所用工艺問題的篇幅不大的章节，則在苏联技术文献中，有关无砧座鍛錘的資料还是很少的。

关于无砧座鍛錘的报导不多，是无砧座鍛錘在苏联工业中未能得到广泛应用的原因之一。某些工程技术人員，对无砧座鍛錘的工艺可能性和生产率抱有錯誤的見解。由于缺乏技术文献以及对无砧座鍛錘抱有不正确的見解，故延迟了苏联某些工厂中現有无砧座鍛錘的投入生产。

如果对无砧座鍛錘的优点估計不足，則可能改用極昂貴的其他鍛造設備，如模鍛液压机，其造价比无砧座鍛錘高到十倍，但是它的工艺过程却同样能順利地在无砧座鍛錘上进行。

本書出版的目的，是想或多或少地填補技术文献中关于无砧座鍛錘的空白。本書搜集了有关現有无砧座鍛錘的各种資料，叙述了无砧座鍛錘的新构造，并且对无砧座鍛錘的各种构造作了詳細的分析，指出了它們的發展方向和应用範圍，研究了它們的工艺可能性和生产率，以及其他一些問題。

在苏联發展国民經济的第五个五年計劃中，規定了重型鍛压机器的生产应以極高的速度增長，因此，本書对能力强大的主要模鍛設備特別作了比較，并且研究了此种設備能力繼續增長的远景。

本書可供鍛造車間的工程技术人員和从事鍛压設備和鍛造車間設計的設計人員閱讀，也可供机器制造学院金屬压力加工專業的学生参考。

第一章 概論

第1节 工作原理

模鍛錘和自由鍛錘是大多數鍛造車間中設備的主要類型。現代應用最廣的蒸汽空氣錘的原型是在一百多年以前制成的。從那時起，鍛錘的構造形式逐漸地改善，但是工作原理迄今還是未變(圖1)。

鍛錘的落下部分——錘頭1、活塞杆2、活塞3和模鍛錘的上模或自由鍛錘的上砧4——在整个下降行程中，由于落下部分自身重量的作用，或再加上气缸5中壓縮空氣或蒸汽對活塞頂面壓力的作用，發生加速而積聚起動能。當與放在下模或下砧6(下模或下砧6安裝在沉重的底座——砧座7上)上的鍛件相遇時，落下部分的動能即用來使鍛件發生塑性變形，而部分動能則消耗于鍛錘機件的彈性變形以及因受鍛錘落下部分沖擊而使砧座產生的移動上。為了減少能量損失，砧座的重量，應為落下部分重量的15~25倍。

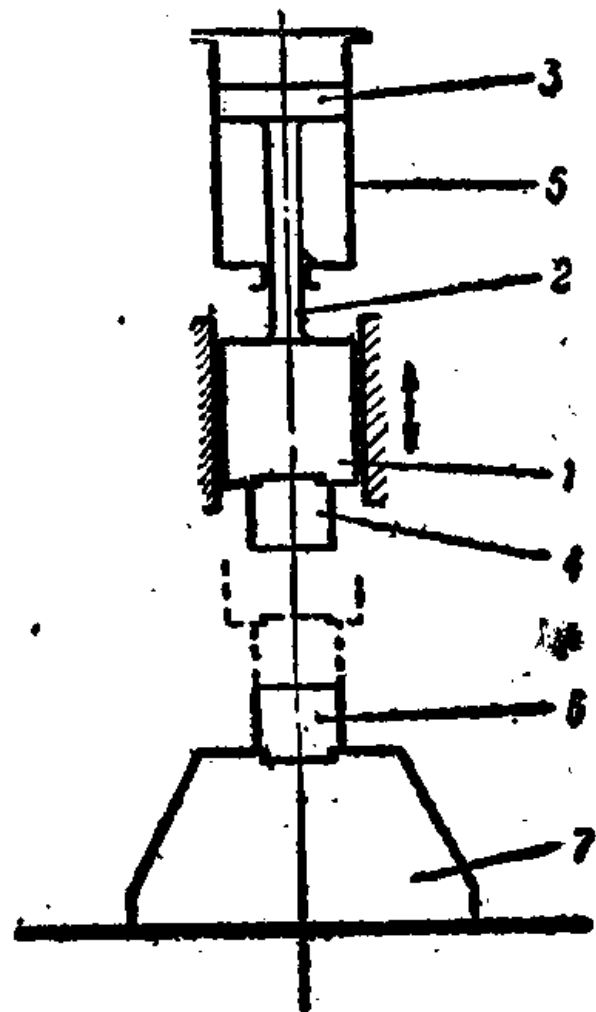


圖1 有砧座的蒸汽空氣錘的工作示意圖。

為了在地面上能夠分布較大的動載荷，在鍛錘下面須做出體積巨大的基礎。此外，在砧座和基礎之間須放置以橡樹枕木制成的防震墊層，借以防止基礎破裂。由于必須設置價值昂貴的砧座和基礎，大大增高了鍛錘設備的造價，並且需用大量的金屬和水泥。

雖然設置了沉重的砧座和巨大的基礎，鍛錘的沖擊仍然會使

地面产生震动，这对附近的建筑物，尤其是对金属切削机床及其他设备有很坏的影响。由于偏心冲击或其他原因，有时会使基础不均匀地沉陷，及使防震垫层过早损坏，这就会使锻锤歪斜；要想消除这种歪斜，需要进行繁重的修理工作。

上述这些普通蒸汽空气锤的缺点是只有一个运动锤头的各种锻锤所常有的。要想完全消除这种缺点，只有制造以新的原理，即两个运动锤头相互撞击的原理进行工作的锻锤才有可能。

制造使锻件在两个撞击锤之间变形的锻锤的这种想法，早就为锻压机器设计师们所向往，他们也多次试制过这种锻锤。早在上一世纪末，就已制成了两个锤头在水平方向上相对运动的锻锤（图2）。这种锻锤由蒸汽缸通过连杆系统来驱动。制成的锻锤模型，与另一些一样，在生产中并未应用成功。直到本世纪的三十年代，才制成了可以工作的、带有两个运动锤头的锻锤。这种锻锤叫做无砧座锻锤，因为它们没有普通蒸汽空气锤所必需的砧座，后者在本书的下文中将称为有砧座锻锤。

在过去二十年中，无砧座锻锤已在欧洲的一些国家中得到广泛应用，迄第二次世界大战结束之前，已有700多台无砧座锻锤投入生产。

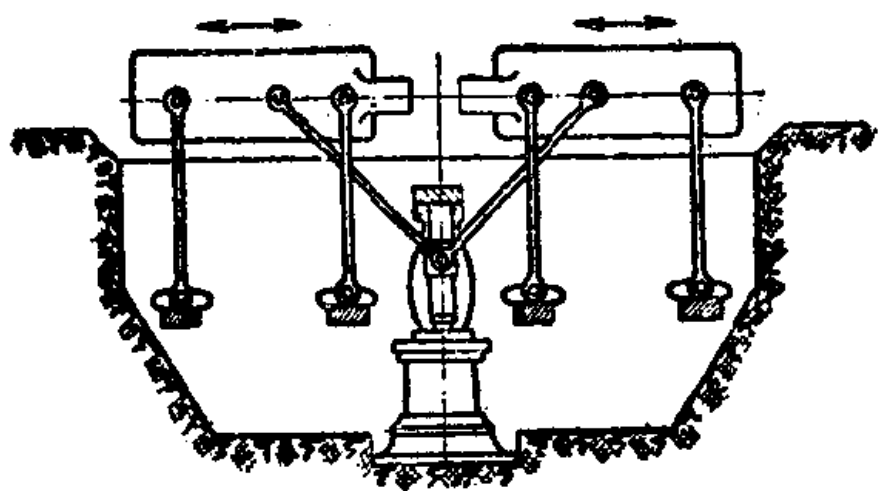


图2 带有两个在水平方向运动的锤头的锻锤。

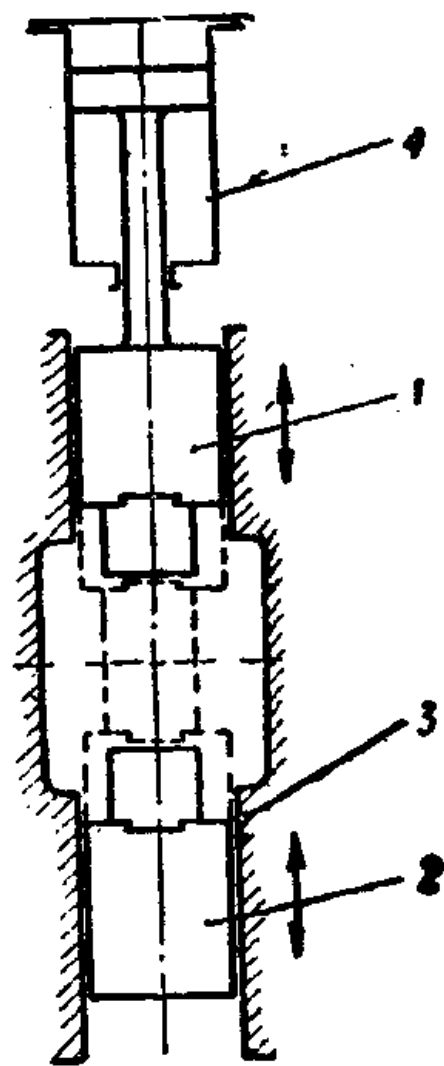


图3 无砧座蒸汽空气锤的工作示意图。

在无砧座锻锤的现有构造中（图3），重量大致相同的两个锤头（上锤头1和下锤头2）沿着在锤架3上垂直安装的导板相对地运动。蒸汽空气缸或液压缸4造成的外力，作用于上锤头；而

作用于下錘頭的力，則由連接上、下錘頭的特殊機構——連接機構傳給。此連接機構保證二錘頭運動的協調，使它們的行程和速度相同。當二錘頭撞擊時，它們的全部動能幾乎都用來使鍛件變形，鍛模和錘頭彈性變形所消耗的能量很小。

沖擊載荷主要是由錘頭和鍛模承受。只是在偏心沖擊時，鍛件與鍛模之間所產生的一小部分力才能作用到錘架上。基礎完全受不到沖擊力的作用，所以無砧座鍛錘的基礎體積，僅為有砧座鍛錘的 $1/10 \sim 1/8$ 。因而，有砧座鍛錘的主要缺點，在無砧座鍛錘上已不存在。

第2節 鍛錘的能量計算

表示鍛錘工作能力的主要參數是沖擊力，即主要用來使鍛件發生塑性變形的能量。沖擊力等於沖擊之前二撞擊錘頭所積聚的動能，兩個撞擊錘頭遵守動量相等的條件，那麼：

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0, \quad (1)$$

式中 m_1 和 m_2 ——上、下錘頭的體積；

v_1 和 v_2 ——上、下錘頭在沖擊時的速度，運動方向應該用正負號來表示，向下運動的方向算作正方向。

如果條件(1)不能遵守，那麼錘頭在沖擊之後仍擁有一部分動能。在完全無彈性的沖擊時，二錘頭將在動量較大的錘頭的運動方向上有一段共同的速度，而在彈性-塑性沖擊時，二錘頭上殘存的動能將影響到二錘頭沖擊後的彈開速度。

根據通用的力學公式，即可列出計算兩個運動錘頭總動能 E_0 和沖擊能力 E 的方程式：

$$E_0 = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}; \quad (2)$$

$$E = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \frac{(v_1 - v_2)^2}{2}. \quad (3)$$

完全無彈性沖擊時的效率

$$\eta_0 = \frac{E}{E_0} = \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{(m_1 + m_2)(m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2)}. \quad (4)$$

彈性-塑性冲击时的效率

$$\eta = (1 - k^2) \eta_0, \quad (5)$$

式中 $k = \frac{v'_1 - v'_2}{v_1 - v_2}$ ——冲击系数;
 v'_1 和 v'_2 ——二錘头冲击后的速度。

讓我們以上錘头的参数作为基准, 研究一下常常遇到的几种个别情况。

第1种情况。鍛錘二錘头在冲击时的动量相同 (下錘头行程小的无砧座鍛錘)。因而, 二錘头速度的绝对值与二撞击錘头的質量或重量成反比, 即

$$\frac{v_1}{-v_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{G_2}{G_1},$$

式中 G_1 和 G_2 ——上、下錘头的重量。

已知: $m_1 = m$; $m_2 = am$; $v_1 = v$ 和 $v_2 = -\frac{v}{a}$ 。

即得

$$E = E_0 = \frac{mv^2}{2} \left(1 + \frac{1}{a} \right); \quad \eta_0 = 1。$$

随着下錘头重量的增加 (与上錘头相比較), 冲击能力就减少。同时由于二錘头进行工作行程的时间相同, 所以二錘头行程的大小与冲击时二錘头的速度成正比, 因而, 与二錘头的重量成反比。

第2种情况。鍛錘二錘头的重量相同, 冲击时的速度也相同 (二錘头行程相同的无砧座鍛錘)。

已知: $m_1 = m_2 = m$; $v_1 = v$ 和 $v_2 = -v$ 。

即得

$$E = E_0 = mv^2; \quad \eta_0 = 1。$$

在二撞击錘头的最大速度相同时, 这种情况对冲击能力來說是最有利的 (参閱下面第3种情况, 当 $a = 1$ 时, $\eta_0 = 1$ 。——譯文校閱者注)。

第3种情况。鍛錘二錘头的重量不同, 冲击时的速度相同 (二錘头行程相同, 但下錘头重量略大的无砧座鍛錘)。

已知: $m_1 = m$; $m_2 = am$; $v_1 = v$ 和 $v_2 = -v$ 。

即得

$$E = mv^2 \frac{2a}{1+a}; \quad \eta_0 = \frac{4a}{(1+a)^2}。$$

冲击的效率减低了。当下锤头重量比上锤头重量大20%以下时, 效率减低得很小 ($\eta_0 \approx 0.99$)。

第4种情况: 一个锤头是不动的 (有砧座锻锤)。

已知: $m_1 = m$; $m_2 = am$; $v_1 = v$ 和 $v_2 = 0$ 。

即得

$$E = \frac{mv^2}{2} \frac{a}{a+1}; \quad \eta_0 = \frac{a}{a+1}。$$

当砧座的重量为锤头重量的20倍时, $\eta_0 = 0.95$ 。

现在研究一下关于无砧座锻锤驱动气缸活塞上作用力大小的问题。

现有构造的无砧座锻锤, 其二撞击锤头具有等加速运动, 因为在整个工作行程中都有压缩空气、蒸汽或液体充注驱动气缸。

二锤头起动所需的力:

$$P_0 = \frac{v_1^2}{2gH_1} G_1 + \frac{v_2^2}{2gH_2} G_2。 \quad (6)$$

对于二锤头行程相同的锻锤, 驱动气缸活塞上的作用力为

$$P = P_0 + P_G + P_\mu + P_p, \quad (7)$$

式中 P_G ——克制下、上锤头重量差所需之力 $P_G = G_2 - G_1$;

P_μ ——克制二锤头导板摩擦所需之力;

P_p ——克制活塞下面压力所需之力。

在无砧座锻锤上, 降低压缩空气或蒸汽主管路中的压力而引起的对冲击能力的影响, 要比在有砧座锻锤上的影响大得多。在有砧座的锻锤上, 大约一半的冲击能力是由落下部分的自身重量造成的; 因而, 如果将主管中的压力降低50%, 冲击力只减少25%, 而在无砧座锻锤上, 这时的冲击力将减少50%以上, 因为 P_G 、 P_μ 和 P_p 等力仍然不变。

在技术文献中, 无砧座锻锤的尺寸, 通常以冲击能力 (公斤

公尺)表示,而有砧座鍛錘的尺寸,則以錘頭重量(落下部分的重量)的噸數表示,所以,為了能比較這兩種鍛錘,需要求出聯系錘頭重量和沖擊能力的數字系數。

在二錘頭重量大致相等的現有无砧座鍛錘上,二錘頭在沖擊時的速度為3.2~3.3公尺/秒。如果以上錘頭的重量表示沖擊能力,即得

$$E = (1040 \sim 1110) G_1 \text{ 公斤公尺。}$$

得出近似值為

$$E = 1000 G_1 \text{ 公斤公尺。} \quad (8)$$

在有砧座鍛錘上,錘頭在沖擊時的速度為6.5~7.0公尺/秒。考慮到 $\eta_0 = 0.95$,則沖擊能力為

$$E = (2040 \sim 2380) G \text{ 公斤公尺。}$$

為了求出近似值,也取數字系數的較小值:

$$E = 2000 G \text{ 公斤公尺。} \quad (9)$$

式中 G 和 G_1 以噸表示。

无砧座鍛錘的主要參數計算,與有砧座鍛錘的計算類似[●]。具有所述構造之一的鍛錘的計算示例,列於第三章。

第3節 无砧座鍛錘的分類

无砧座鍛錘最標準的標志,是二撞擊錘頭的行程,也就是其重量所用之比。當下錘頭的行程小時,无砧座鍛錘的工藝可能性就大大提高。這時,鍛錘甚至可以用來進行無型鍛造。因此,將二錘頭行程之比作為无砧座鍛錘分類時的重要標志之一。无砧座鍛錘分類的另外兩個標志,是錘頭的傳動系統和連接機構系統。

根據上述標志,將現有的和已有提議的无砧座鍛錘分類如下。

I. 二錘頭行程相同的无砧座模鍛錘

1. 機械連接機構的蒸汽空氣錘。

● А. И. 捷民著 [鍛造機器的計算和設計] 第一篇蒸汽空氣錘, М.—Л., Машигиз, 1940年。

2. 液压连接机构的蒸汽空气锤。
3. 纯粹液压锤。
4. 纯粹机动锤。
- II. 下锤头行程小的无砧座模锻锤
5. 二锤头单独驱动的蒸汽空气锤。
6. 二锤头共同驱动的蒸汽空气锤。
- III. 下锤头行程小的无砧座锻造锤
7. 二锤头单独驱动的单柱式蒸汽空气锤。

第二章 无砧座锻锤的构造

第4节 二锤头行程相同的无砧座模锻锤

1. 机械连接机构的蒸汽空气锤

此种锻锤是无砧座锻锤在工业中得到广泛应用的 最初构造。

根据连接机构的构造不同而分为两种主要类型，即带式连接机构的锻锤（图4a）和杠杆式连接机构的锻锤（图4b）。锻锤由蒸汽空气缸驱动，在工作时，气缸需百分之百地充注，也就是说，在锻锤的整个工作行程中都向气缸中注入压缩空气或蒸汽。

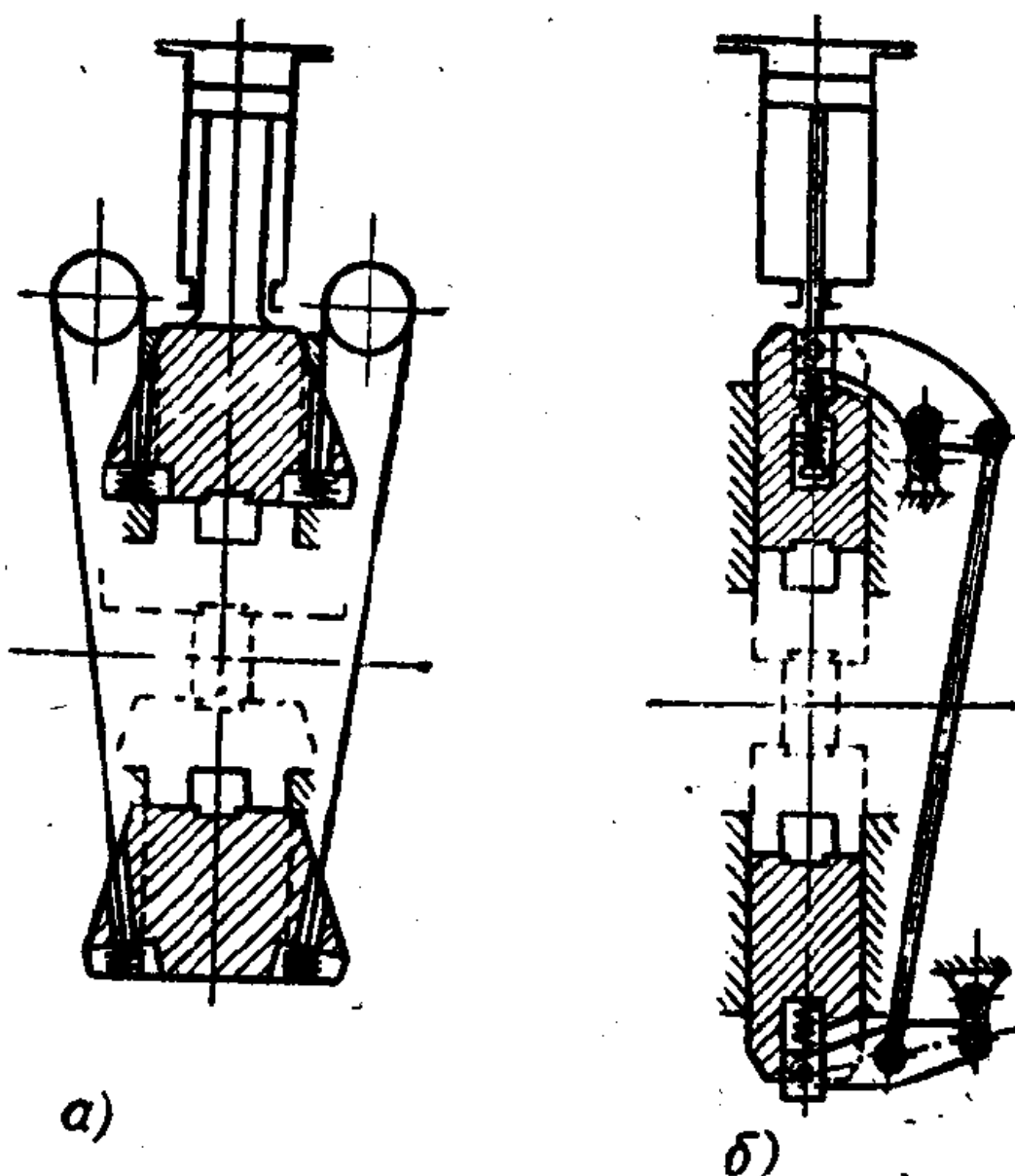


图4 无砧座蒸汽空气锤的传动系统：
a—带式连接机构的；b—杠杆式连接机构的。

带式连接机构的锻锤（图5）有由六个主

要部分——四个支柱1、气缸2和底板3——装配成的锤架。焊接结构的支柱在下部用底板彼此相連，上部用气缸下面的托板4相連。支柱嵌接在底板上，并用螺栓5旋紧。底板的螺栓经过弹簧6支撑在支柱上，弹簧6用来預防在偏心冲击时锤架与底板和基础之間可能發生的不大的移动。支柱的中部又在二橫向方向上以帶間隔襯套8的拉紧螺栓7拉紧。

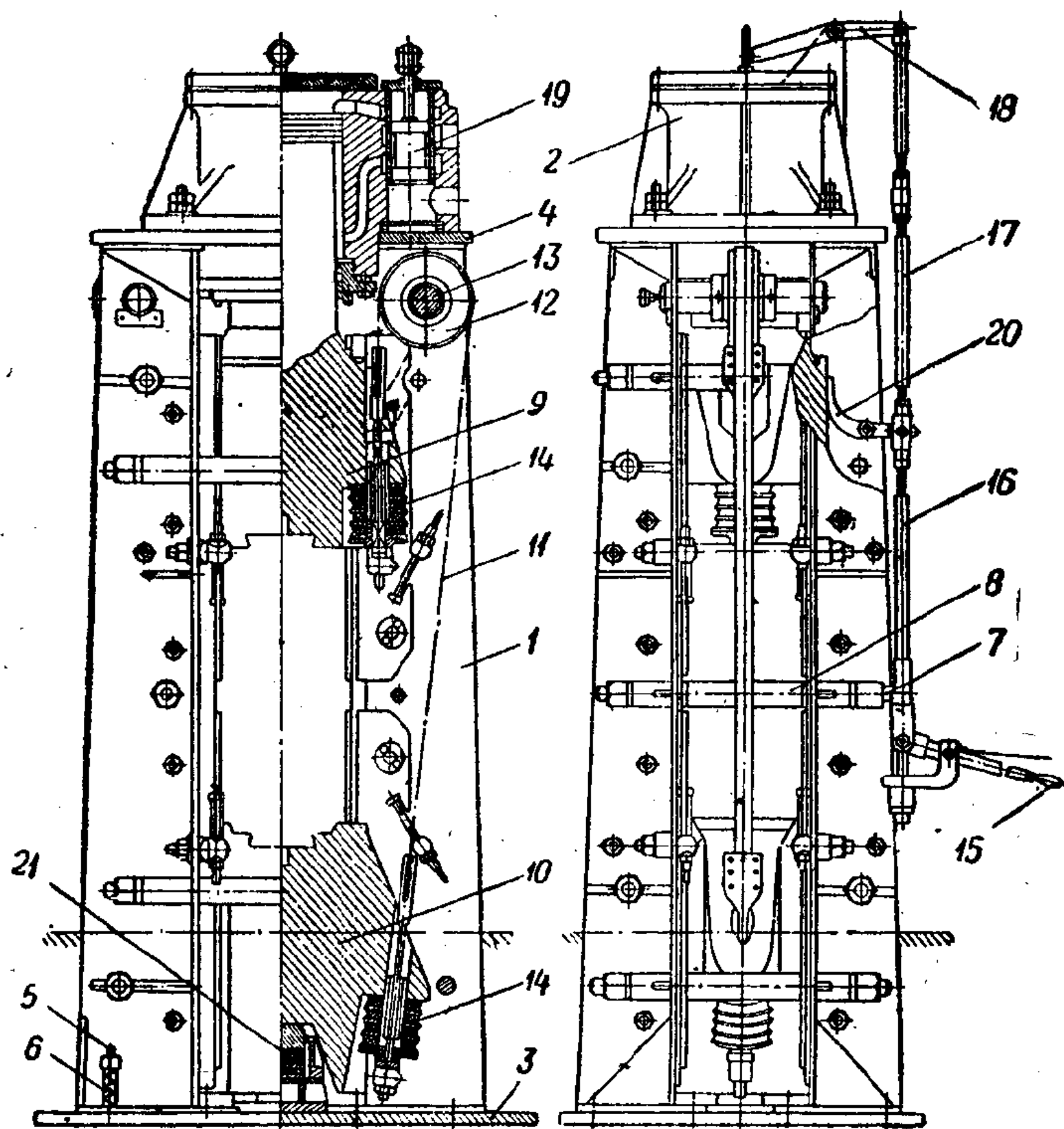


圖5 帶式連接机构的无砧座蒸汽空气錘。

底板澆注在基础中，并以地脚螺栓紧固。

上錘头9和下錘头10在錘架导板中移动。上錘头与活塞和大直径的空心活塞杆鑄成一个整体，借以使其具有很大的强度。上錘头以两组鋼带11与下錘头相連，鋼带11经过在軸13上自由旋轉的

滑輪12折轉。滑輪以薄壁杜拉鋁合金鑄件制成，借以減少冲击時它們因慣性力作用而沿鋼帶打滑。鋼帶以橡皮緩沖器14與錘頭相連，緩沖器14用來緩和錘頭對鋼帶的動力作用。

下錘頭要比上錘頭重10~20%；此外，在上下鍛模重量不同時，最好是將重鍛模放在下錘頭上。下錘頭的重量大，可以抵消強力冲击後錘頭自身重量對其彈開距離的影響。

當二錘頭重量相同時，下錘頭因運動方向與重力作用方向重合而以較大的速度彈開，而上錘頭在彈開時，錘頭重力即開始作用到與其運動相反的方向上。由於重量之差，上錘頭的彈開距離總比下錘頭大一些，這樣就可以減輕連接機構的鋼帶在冲击後的載荷。如果二錘頭的重量相同，則當將手柄松开，使錘頭返回的動作稍有遲延時，下錘頭在冲击之後彈開的距離比上錘頭大，這樣會使鋼帶受到劇烈的跳動。

鍛錘由手柄15操縱，小尺寸的鍛錘，也可以用踏柄輔助操縱。手柄15以連杆16、17和杠杆18與分氣機構的圓形閥19相連。壓下手柄或踏柄時，就向氣缸上部空腔注入壓縮空氣，這時下部空腔與排氣管相連。當二錘頭撞擊及手柄或踏柄松开之後，圓形閥在彈簧的作用下移向上部位置，這時壓縮空氣或蒸汽注入氣缸下部空腔，而由上部空腔排出。

二錘頭在壓縮空氣或蒸汽對活塞下部環狀表面的壓力作用下并借助於下錘頭的較大重量而作返回行程。在返回行程的中間，上錘頭撞擊馬刀形杠杆20使其偏轉，因而將圓形閥移至中間位置，即將氣缸二空腔的氣道遮斷。

此後，在氣缸下部空腔中的空氣膨脹，在上部空腔中則發生壓縮過程，這樣就可以節省壓縮空氣或蒸汽，并消滅二錘頭返回行程的動能。二錘頭依靠空氣或蒸汽在氣缸緩沖空間中的壓縮功和橡皮緩沖器21最後停止運動。在停止運動之後，二錘頭因受緩沖裝置的彈力作用而稍有振動，然後就停在原來位置上，并借助下錘頭大於上錘頭的重量和空氣或蒸汽對活塞下表面的壓力

而保持不动。

操縱机构保証鍛錘可以进行全力的單一打击，也可以进行冲击力可調节的連續打击。在后一种情况中，当錘头尚未返回到原来位置时，錘头手柄就又被移至工作行程的位置。

为了防备在原来位置时活塞遮断鍛錘气缸的进气通道，設有連通进气通道和緩冲空間的輔助通道。輔助通道的截面很小，因而在返回行程完了时它对緩冲空間中空气的压缩过程不起多大影响。鍛錘有节气装置，它装在分气机构前的管道上。

二錘头在錘架导板中沿着按錘头角布置的八个平面运动(圖6)。导板間隙，以移动导板斜楔1的方法調整。二錘头的导向平面，彼此成 102° 角布置。导板斜楔上有凸部，斜楔就用凸部插入錘架的槽中。凸部和槽与垂直軸成 30° 角。斜楔的位置用螺釘2調整。旋动螺釘的螺母时，导板斜楔也同时沿垂直綫向錘架中心移动，这样一来，就改变了导板的間隙。每一塊斜楔各用两个螺栓3紧固在錘架上。拆除斜楔时，不必拆卸鍛錘。导向平面用手潤滑。

由于具有許多需要調整的导板斜楔(每个錘头有8塊斜楔)，使得調整工作大为困难，这是此种鍛錘最严重的缺点之一。

連接机构是鍛錘的最重要部件。当錘头停止于原来位置和冲击之后，如果返回行程进行得稍迟，錘头就会發生振动，致使鋼帶受到动力載荷。

为了减少在滑輪上折弯的弯

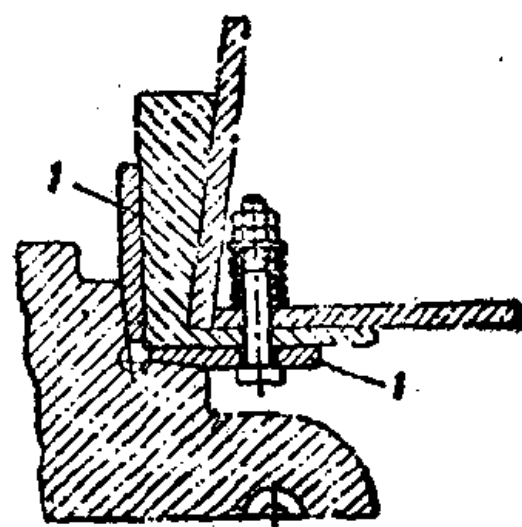
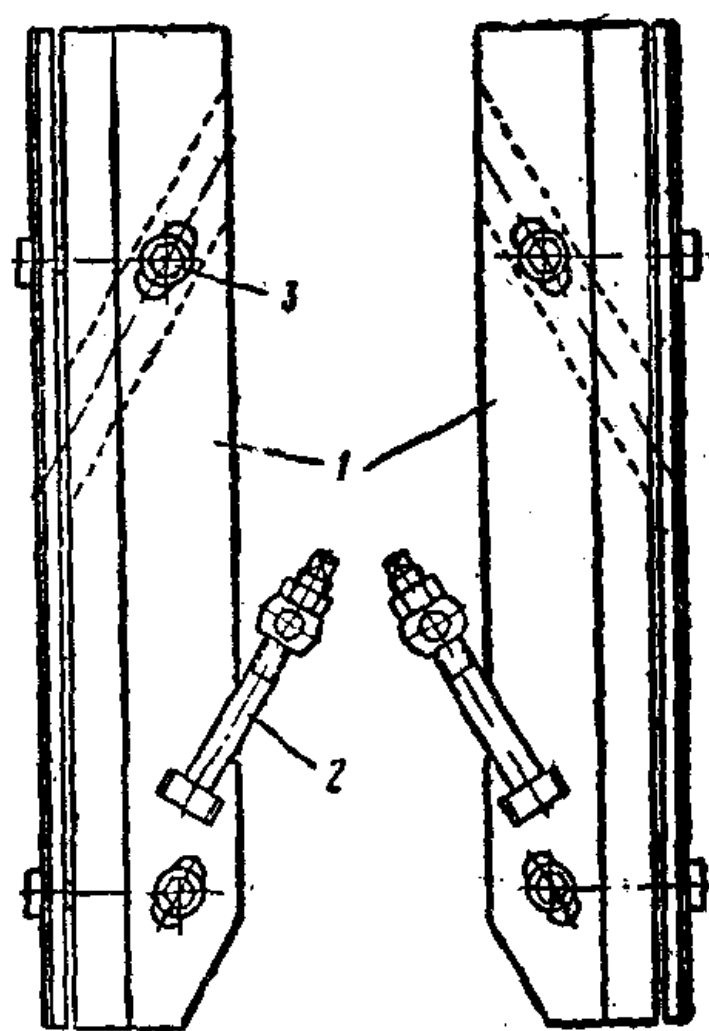


圖6 导板斜楔的构造。

曲应力，鋼帶由20~50根厚為0.3~0.8公厘、寬為120~300公厘的薄鋼條制成。為了保證各鋼條上的張力均勻，鋼帶必須在專用設備上裝配。鋼帶上的鋼條應該用優質鋼（不低於50號的）製造。鋼條經過淬火，可以大大延長鋼帶的使用期限（增加到2~3倍）。蘇聯某一工廠的經驗證明，由未經淬火的鋼條制成的鋼帶，其使用期限還不滿三個月●。

鋼帶上的個別鋼條拉斷，則不必更換整個鋼帶。一般來說，三分之一以下的鋼條拉斷時，仍允許鍛錘工作。鋼帶上大量鋼條拉斷時，鍛錘如仍進行工作，就可能因兩組鋼帶同時斷開而發生嚴重事故，因為鍛錘的構造上並未設有在兩組鋼帶拉斷時防止上錘頭落下的機構。一組鋼帶斷開，會使錘頭歪斜，致使鍛錘不能繼續工作。鋼帶必須經常更換，這是此種鍛錘的嚴重缺點。

鋼帶緊固機構和緩衝器的構造示於圖7。鋼帶1的末端裝在吊架的夾板2中。鋼帶末端探入深槽，並以五個螺栓3緊固於其上。中心螺栓4穿入各鋼條末端的校準孔中，用來正確地調整鋼帶的各個鋼條。因為各鋼條要互相搭放在一起，所以孔間的距離大小要考慮到各個鋼條按不同半徑

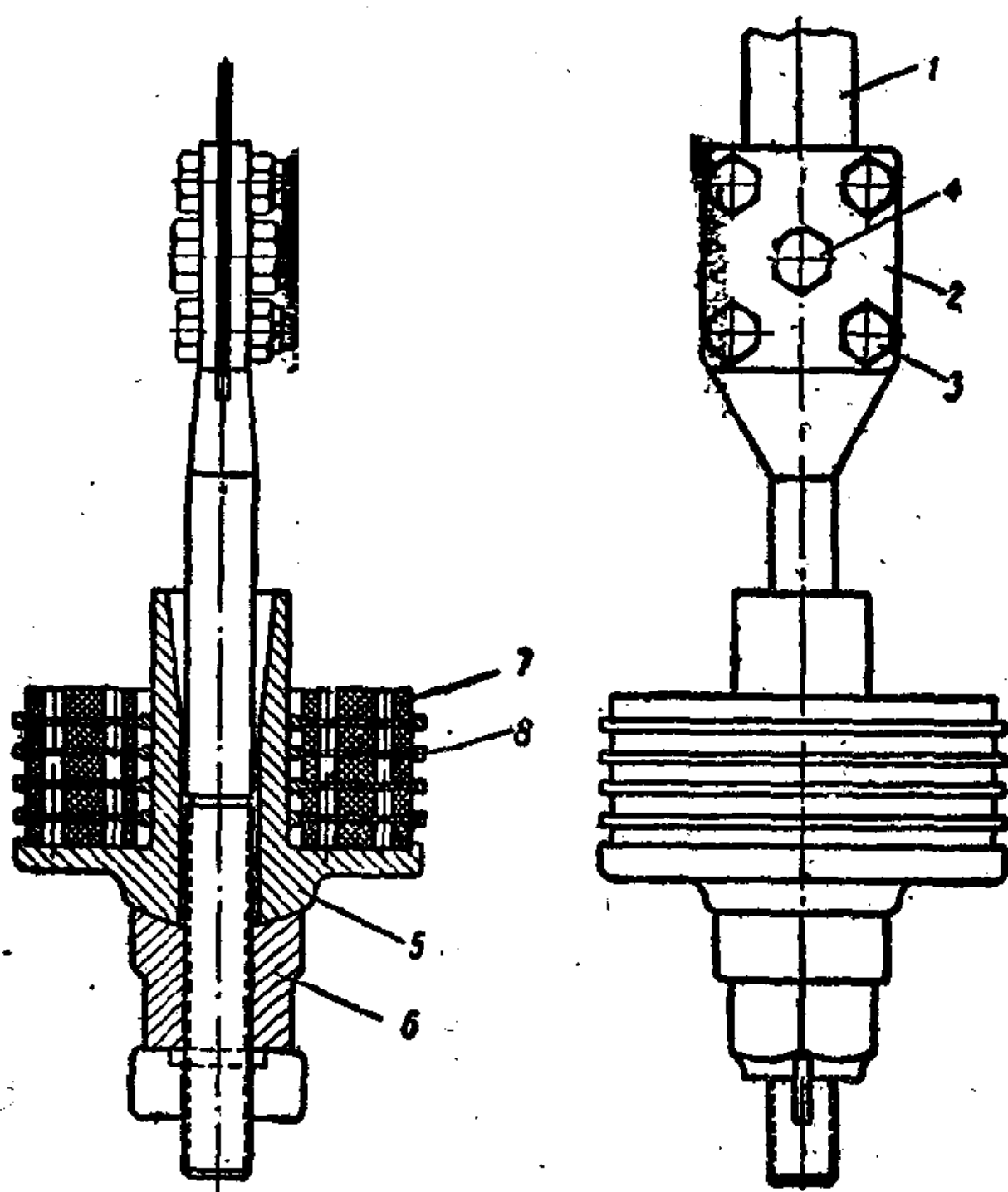


圖7 鋼帶緊固機構和橡皮緩衝器的構造。

● Н. С. 波別金，無砧座鍛錘，[HKCC 的技術通報] 1944年№2。

纏繞滾子時的彎曲。這種鋼帶緊固機構，並不是完全可靠的。鋼條常常在中心螺栓處拉斷。

吊架支撐在異形墊圈 5 和球形表面的螺母 6 上。緩沖器裝在異形墊圈上，它由許多被鋼墊圈 8 彼此隔開的橡皮環 7 組成。橡皮環的厚度為 20~30 公厘。為了增加彈性，橡皮環上作出幾排按同心圓周分布的孔。孔的直徑略小於橡皮環的厚度。

返回行程的緩沖器，也制成相同的構造，並且也有尺寸與連接機構緩沖器相同的橡皮環。

驅動氣缸活塞杆的密封套（圖 8），由外殼 1、兩個異形斷面的封嚴圈 2 和壓緊環 3 和 4 組成。密封套的外殼由兩半組成，並用兩個螺栓 5 拉緊。它以圓錐形部分探入氣缸的圓錐形內孔，並用螺栓 6 拉緊。壓緊環也由兩半組成，並用以螺栓 8 緊固在外殼上的拉緊環 7 壓緊。密封套的潤滑，用自潤滑泵通來的油管經過外殼（M 孔）進行。

鍛錘主要機件的材質如下：支柱——由厚 30~60 公厘的鋼板焊成；上、下錘頭——由特殊鋼鑄件制成；氣缸與分氣機構鑄在

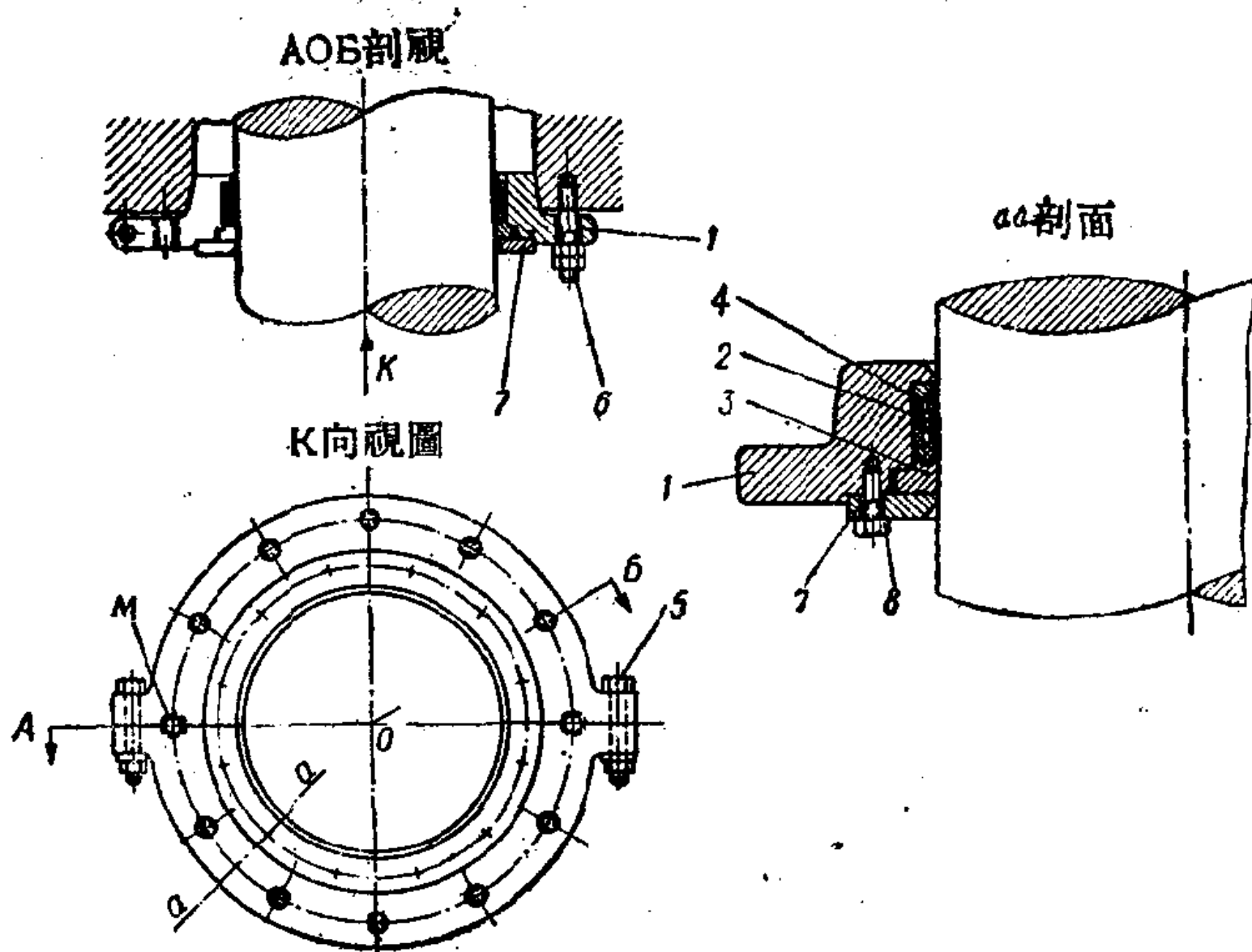


圖 8 密封套的構造。